

V-332

各種大型 PRC 桁の静的耐荷性状

北海道開発局	開発土木研究所	正 員	今野 久志
北海道開発局	開発土木研究所	正 員	池田 憲二
ドービー建設工業（株）		正 員	竹本 伸一
室蘭工業大学		正 員	岸 徳光
北海道開発局	開発土木研究所	正 員	西 弘明

1. はじめに

本研究では、PC 覆工への PRC 部材の適用性を検討することを目的とし、その前段階として各種大型 PRC 桁を製作して静的載荷実験を行い、緊張率やひびわれ分散性向上のための異形鉄筋量を変化させた場合のエネルギー吸収能や耐荷性状について検討を行った。

2. 実験の概要

図-1 に実験に使用した試験体の形状寸法および配筋を示している。試験体は、全てプレテンション方式で製作した単純 T 型断面の PRC 桁である。表-1 には試験体の一覧を示している。試験体は PC 鋼材 1 本当たりの有効緊張率（以下、単に緊張率と呼ぶ）、PC 鋼材本数、ひびわれ制御用異形鉄筋本数をパラメータにとった全 5 体である。ここで、緊張率は 1 本当たりの有効緊張力が 133.4kN の場合を 100% として整理している。また、換算鋼材比は、部材断面内の鋼材量を表す指標であり、鋼材過多による脆性破壊の防止に対する指標である。現在実際に施工されている落石覆工用の標準設計 PC 桁の換算鋼材比は 0.0128~0.0256 程度の範囲に分布しており、本試験体の換算鋼材比は 0.016 程度で上記範囲内の値となっている。表中の試験体名は、PC 鋼材の緊張率、PC 鋼材の本数、異形鉄筋径および本数の順に並べ記号化している。試験体を使用したコンクリートの設計基準強度は 58.8MPa であり、実験時の平均圧縮強度は 70.8MPa、弾性係数が 35.3GPa であった。

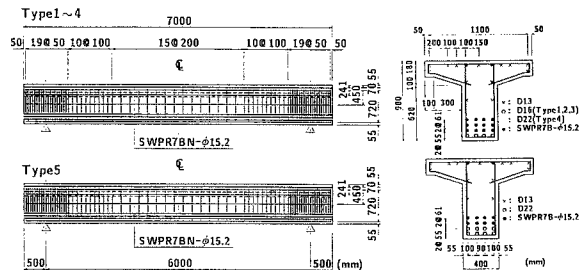


図-1 試験体の形状寸法および配筋図

表-1 試験体の一覧

試験体名	有効緊張力 (kN/本)	PC鋼材 緊張率 (%)	換算 鋼材比
Type1 P1.0×14-D16×4	133.4	100	0.0157
Type2 P0.5×14-D16×4	67.7	50	0.0157
Type3 P0.25×14-D16×4	33.3	25	0.0157
Type4 P1.0×14-D22×4	133.4	100	0.0174
Type5 P1.0×10-D22×8	133.4	100	0.0156

実験は静的最大荷重 2,942kN の油圧サーボ試験機を用い、純スパン 6m で単純支持した試験体のスパン中央部を $\phi 50$ mm の丸鋼で線載荷している。計測項目は載荷荷重、ロードセルによる支点反力およびスパン中央部に設置したレーザ式変位計による変位である。また、実験終了後にひびわれ状態も記録している。

3. 実験結果と考察

3.1 荷重-載荷点変位曲線

図-2 に実験により得られた荷重-載荷点変位曲線を断面分割法により求めた解析結果と比較して示している。また、表-2 に荷重-載荷点変位曲線から得られる各物理量を解析結果と合わせて示している。ここで、断面分割法による載荷点変位は、半スパンを 10 分割し、曲率の線形変化を仮定して算定している。なお、断面方向の分割数は 177 とし、コンクリートおよび鋼材の応力-ひずみ関係は各材料の材料試験結果に基づいて評価した。また、解析結果におけるエネルギー吸収量 (Ea) は最大荷重状態で変位が残留するものと仮定して算出している。表より、試験体のせん断余裕度は緊張率の低減とともに小さくなっていることが分かる。

図-2 より、解析結果と実験結果の荷重-変位曲線の勾配は Type 1,4,5 試験体では、良く一致していることが

キーワード：PC 覆工、PRC 桁、緊張率、エネルギー吸収能

連絡先 〒050-8585 北海道室蘭市水元町 27番1号 室蘭工業大学 建設システム工学科 Tel 0143-46-5230 Fax 0143-46-5227

分かる。しかしながら、Type2,3 試験体においては弾性域の勾配、ひびわれ発生後の勾配までは良く一致しているものの、Type2 においては荷重が 1,300kN、Type3 試験体においては荷重が 1,100kN 程度から解析結果と実験結果では異なった勾配を示している。この点の荷重は各試験体のせん断耐力とほぼ一致しており、破壊モードが大きく影響しているものと考えられる。また、表-2 のせん断余裕度に対応して Type3 試験体では最大荷重時の変位が最も小さく示されており、これらの試験体はせん断破壊が卓越していることを示唆している。

鋼材配置が同一で PC 鋼材の緊張率のみが異なる Type1 ~Type3 を比較すると、最大荷重は 3 試験体において大きく変化しないものの、前述のように Type2,3 においてはせん断破壊が混在することから、最大変位は緊張率の低減とともに小さくなり、エネルギー吸収量も小さく示されている。

緊張率が 100% と Type1 と同一で、下縁異形鉄筋径を D16 から D22 に換えた場合（鉄筋比約 2 倍、Type4）および最下段の PC 鋼材を D22 の異形鉄筋に置き換えた場合（Type5）を比較すると、Type4 においては最大荷重、エネルギー吸収量ともに Type1 に比較して 10% 程度大きく示されていることが分かる。また、Type5 の最大変位、エネルギー吸収量においては Type1 とほぼ同程度の値を示している。

図-2 に実験終了後のひびわれ状況を示している。図より、いずれの試験体も下縁に曲げひびわれが多数発生し、載荷点部の圧壊（Type 1,4,5）あるいは載荷点部から左側支点部へ向かうせん断ひびわれ（Type2,3）によって破壊に至っていることがわかる。試験体下縁のひびわれ分散幅を比較すると、PC 鋼材量、異形鉄筋量が同一で緊張率のみが異なる Type1,2,3 試験体では、緊張率が小さいほどひびわれの分散幅が大きくなっている。また、緊張率が同一で下縁の異形鉄筋量が異なる Type1,4,5 を比較すると、下縁の異形鉄筋量が多くなるに従いひびわれ分散幅が大きくなり、異形鉄筋量の増加によるひびわれ分散効果が確認できる。

3.2 ひびわれ状況

図-3 に実験終了後のひびわれ状況を示している。図より、いずれの試験体も下縁に曲げひびわれが多数発生し、載荷点部の圧壊（Type 1,4,5）あるいは載荷点部から左側支点部へ向かうせん断ひびわれ（Type2,3）によって破壊に至っていることがわかる。試験体下縁のひびわれ分散幅を比較すると、PC 鋼材量、異形鉄筋量が同一で緊張率のみが異なる Type1,2,3 試験体では、緊張率が小さいほどひびわれの分散幅が大きくなっている。また、緊張率が同一で下縁の異形鉄筋量が異なる Type1,4,5 を比較すると、下縁の異形鉄筋量が多くなるに従いひびわれ分散幅が大きくなり、異形鉄筋量の増加によるひびわれ分散効果が確認できる。

4. まとめ

- 1) PC 鋼材の緊張率を減少させることによってせん断耐力が低減し、桁が曲げ破壊型からせん断破壊型に移行する可能性があることより注意が必要である。
- 2) 下縁異形鉄筋量を約 2 倍に増加させることによって、最大荷重およびエネルギー吸収量を 10% 程度増加させることができる。

今後は、さらに本 PRC 桁を用いた衝撃載荷実験を行い、本研究成果も含め耐衝撃挙動やエネルギー吸収量等について検討を行う予定である。

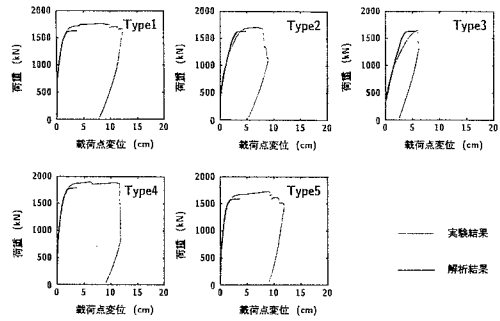


図-2 荷重-載荷点変位曲線

表-2 実験結果と解析結果の比較

	各物理量	Type1	Type2	Type3	Type4	Type5
実験結果	終局耐力 (kN)	1761.3	1700.5	1642.6	1896.6	1719.1
	最大変位 (cm)	12.4	9.0	6.2	12.0	12.0
	エネルギー吸収量 (kJ)	174.5	110.5	53.6	198.9	169.4
解析結果	曲げ耐力 (kN)	1630.8	1630.8	1630.8	1590.6	1786.8
	せん断耐力 (kN)	1871.1	1353.3	1082.7	1926.0	1555.3
	せん断余裕度	1.15	0.83	0.66	1.08	0.98
	最大変位 (cm)	3.7	4.7	5.3	3.5	3.6
	エネルギー吸収量 (kJ)	53.1	61.8	65.9	54.1	49.2

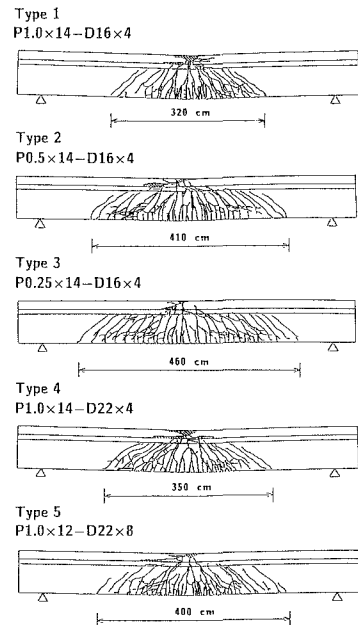


図-3 実験終了後のひびわれ状況